

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan prosedur pengujian dari alat yang telah dirancang untuk mengetahui sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan dengan memberikan perubahan pada input blok diagram dan mengamati *output* blok diagram yang diuji. Data hasil pengujian yang diperoleh nantinya akan dianalisis untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan.

Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok sistem. Adapun blok-blok yang diuji adalah:

- Pengujian sensor DS18B20
- Pengujian LCD16X2
- Pengujian mikrokontroler
- Pengujian rangkaian relay
- Pengujian termoelektrik
- Pengujian *buzzer*
- Pengujian sistem secara keseluruhan

4.1 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

4.1.1 Tujuan

Tujuan Pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sensor DS18B20 bisa membaca suhu secara akurat dan mengetahui berapa lama suhu sensor mencapai kondisi *steady state*.

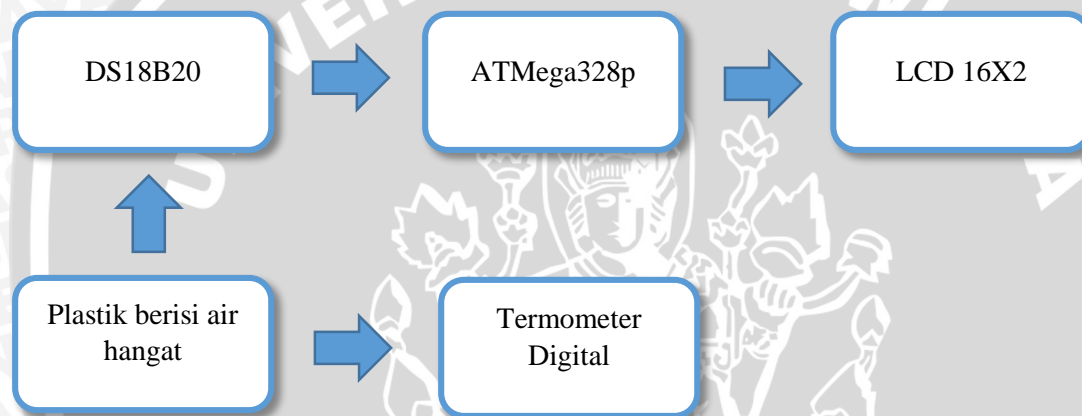
4.1.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian sensor suhu DS18B20 adalah sebagai berikut:

1. Sensor suhu DS18B20
2. Termometer digital
3. Plastik yang berisi air hangat
4. Modul Arduino Uno dengan IC mikrokontroler ATmega328p

4.1.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sensor suhu DS18B20 pada bagian luar plastik yang berisi air hangat. Data pembacaan dari sensor suhu tersebut nantinya akan dikirim pada mikrokontroler yang kemudian akan diolah oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada LCD dalam satuan ($^{\circ}\text{C}$). Pengujian akan dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap sensor. Pengujian dilakukan pada suhu 37°C - 40°C . Hasilnya akan dibandingkan dengan termometer digital yang sudah terkalibrasi. Ketika semua rangkaian pengujian selesai dan didapatkan hasilnya, dilakukan analisis dan kesimpulan terhadap performa sensor. Diagram blok yang digunakan dalam pengujian sensor suhu DS18B20 dapat dilihat dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram blok pengujian modul sensor suhu DS18B20

4.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap sensor suhu DS18B20 dengan *range* suhu antara 37°C – 40°C maka diperoleh hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 pertama

| Suhu pembacaan termometer digital (°C) | Suhu pembacaan sensor DS18B20 (°C) | | | Error rata-rata (°C) |
|--|------------------------------------|---------|---------|----------------------|
| | Perc. 1 | Perc. 2 | Perc. 3 | |
| 37 | 37.31 | 37.25 | 37.28 | 0.28 |
| 38 | 38.38 | 38.50 | 38.42 | 0.43 |
| 39 | 39.25 | 39.31 | 39.25 | 0.27 |
| 40 | 40.44 | 40.56 | 40.31 | 0.43 |
| <i>Error rata-rata</i> | | | | 0.35 |

Tabel 4.2 Hasil pengujian lamanya waktu yang dibutuhkan sensor DS18B20 pertama untuk mencapai kondisi *steady state*

| Suhu pembacaan termometer digital (°C) | Waktu yang dibutuhkan termometer digital mencapai kondisi <i>steady state</i> (s) | Suhu pembacaan sensor DS18B20 (°C) | Waktu yang dibutuhkan sensor DS18B20 mencapai kondisi <i>steady state</i> (s) |
|--|---|------------------------------------|---|
| 37 | 117s | 37.31 | 158s |
| 38 | 119s | 38.38 | 163s |
| 39 | 109s | 39.25 | 171s |
| 40 | 112s | 40.31 | 169s |
| Rata-rata | 114.25s | Rata-rata | 165.25s |

Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 kedua

| Suhu pembacaan termometer digital (°C) | Suhu pembacaan sensor DS18B20 (°C) | | | Error rata-rata (°C) |
|--|------------------------------------|---------|---------|----------------------|
| | Perc. 1 | Perc. 2 | Perc. 3 | |
| 37 | 37.25 | 37.30 | 37.34 | 0.29 |
| 38 | 38.25 | 38.42 | 38.42 | 0.36 |
| 39 | 39.38 | 39.23 | 39.31 | 0.30 |
| 40 | 40.42 | 40.41 | 40.35 | 0.39 |
| <i>Error rata-rata</i> | | | | 0.33 |

Tabel 4.4 Hasil pengujian lamanya waktu yang dibutuhkan sensor DS18B20 kedua untuk mencapai kondisi *steady state*

| Suhu pembacaan termometer digital (°C) | Waktu yang dibutuhkan termometer digital mencapai kondisi <i>steady state</i> (s) | Suhu pembacaan sensor DS18B20 (°C) | Waktu yang dibutuhkan sensor DS18B20 mencapai kondisi <i>steady state</i> (s) |
|--|---|------------------------------------|---|
| 37 | 117s | 37.44 | 161s |
| 38 | 119s | 38.25 | 157s |
| 39 | 109s | 39.31 | 169s |
| 40 | 112s | 40.25 | 172s |
| Rata-rata | 114.25s | Rata-rata | 164.75s |

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, pembacaan suhu sensor DS18B20 pertama memiliki nilai *error* rata-rata terbesar dengan nilai 0.43°C pada suhu 38°C dan suhu 40°C dan *error* rata-rata terkecil 0.27°C pada suhu 39°C . Total *error* rata-rata sensor suhu DS18B20 yang pertama adalah sebesar 0.35°C , dimana nilai ini tak jauh dari nilai *datasheet* sensor DS18B20 yaitu dengan akurasi sebesar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

Sedangkan pada pembacaan suhu sensor DS18B20 yang kedua memiliki nilai *error* rata-rata terbesar dengan nilai 0.39°C pada suhu 40°C dan *error* rata-rata terkecil 0.29°C pada suhu 37°C . Total *error* rata-rata sensor suhu DS18B20 yang kedua adalah sebesar 0.33°C . Sama dengan sensor DS18B20 yang pertama dimana nilai ini tak jauh dari nilai *datasheet* sensor DS18B20 yaitu dengan ketelitian sebesar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Dengan ini terbukti bahwa sensor suhu ini dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Selain itu waktu yang dibutuhkan sensor untuk mencapai kondisi *steady state* masing-masing yaitu 165.25s dan 164.75s. Nilai ini tidak terlalu jauh perbedaannya jika dibandingkan dengan lamanya waktu pengukuran termometer digital.

4.2 Pengujian Rangkaian LCD 16X2

4.2.1 Tujuan

Tujuan pengujian rangkaian LCD adalah untuk mengetahui respon yang ditampilkan oleh LCD terhadap program yang telah diberikan melalui mikrokontroler.

4.2.2 Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian LCD adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian modul LCD
2. Modul Arduino Uno dengan IC mikrokontroler ATmega328p
3. Kabel penghubung
4. Catu daya 5V
5. USB ASP

4.2.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan PORT D3-PORT D5, PORT B0, PORT B1 pada Arduino dengan pin modul LCD sesuai dengan perancangan. Kemudian memprogram mikrokontroler dengan bahasa C setelah itu diberi catu daya. Diagram blok pengujian modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Blok diagram pengujian LCD

Program yang terdapat di dalam mikrokontroler untuk dapat menampilkan karakter pada LCD adalah sebagai berikut:

```
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
// inisialisasi pin
```

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

```
void setup() {
```

```
  // Jumlah baris dan kolom
```

```
  lcd.begin(16, 2);
```

```
  // Meletakkan kursor pada kolom 1 dan baris ke 1
```

```
  lcd.setCursor(0, 0);
```

```
  // Tulisan yang ditampilkan di LCD
```

```
  lcd.print("Vrisco Yonatan");
```

```
// Meletakkan kursor pada kolom 1 dan baris ke 2
```

```
lcd.setCursor(0 , 1);
```

```
// Tulisan yang ditampilkan di LCD
```

```
lcd.print("Pengujian LCD");
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  lcd.noBlink();
```

```
  delay(1000);
```

```
  lcd.blink();
```

```
  delay(1000);
```

```
}
```

4.2.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil tampilan pengujian modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tampilan pengujian rangkaian LCD

Berdasarkan hasil percobaan yang ditampilkan dalam Gambar 4.3, LCD dapat menampilkan karakter sesuai yang ada dalam program.

4.3 Pengujian Modul Arduino Uno dengan IC Mikrokontroler ATmega328p

4.3.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa besar tegangan yang dihasilkan dari tiap-tiap PORT yang ada pada Modul Arduino

4.3.2 Alat yang Digunakan

1. Modul Arduino Uno dengan IC mikrokontroler ATmega328p
2. Avometer

4.3.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara memberi logika *low* (0) dan *high* (1) pada masing-masing port pada Modul Arduino. Lalu mencatat tegangan yang dihasilkan masing-masing port sesuai dengan logika yang diberikan. Blok diagram pengujian rangkaian sistem minimum ditunjukkan dalam Gambar 4.4. Tabel 4.3 sampai Tabel 4.5 menunjukkan tegangan *output* tiap port Arduino saat diberi logika 1 dan Tabel 4.6 sampai Tabel 4.8 menunjukkan tegangan *output* tiap port Arduino saat diberi logika 0.



Gambar 4.4 Diagram blok pengujian I/O

4.3.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Tabel 4.5 Tegangan *output* PORT B saat diberi logika 1

| | | PORT B | | | | | | | | | | | |
|------|------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|-----|
| PORT | Logika <i>Input</i> | Percobaan (V) | | | | | | | | | | Rata- rata (V) | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| B.0 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| B.1 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| B.2 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| B.3 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| B.4 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| B.5 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| | | Rata-rata | | | | | | | | | | 4.8 | |

Tabel 4.6 Tegangan *output* PORT C saat diberi logika 1

| PORT C | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
| PORT | Logika <i>Input</i> | Percobaan (V) | | | | | | | | | | Rata- rata (V) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| C.0 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| C.1 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| C.2 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| C.3 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| C.4 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| C.5 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| Rata-rata | | | | | | | | | | | | 4.8 |

Tabel 4.7 Tegangan *output* PORT D saat diberi logika 1

| PORT D | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
| PORT | Logika <i>Input</i> | Percobaan (V) | | | | | | | | | | Rata- rata (V) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| D.0 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| D.1 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| D.2 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| D.3 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| D.4 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| D.5 | 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| Rata-rata | | | | | | | | | | | | 4.8 |

Tabel 4.8 Tegangan *output* PORT B saat diberi logika 0

| PORT | Logika <i>Input</i> | PORT B | | | | | | | | | | Rata- rata (V) |
|-----------|------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
| | | Percobaan (V) | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| B.0 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| B.1 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| B.2 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| B.3 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| B.4 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| B.5 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| Rata-rata | | | | | | | | | | | | 0.9 |

Tabel 4.9 Tegangan *output* PORT C saat diberi logika 0

| PORT | Logika <i>Input</i> | PORT C | | | | | | | | | | Rata- rata (V) |
|-----------|------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|
| | | Percobaan (V) | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| C.0 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.1 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.2 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.3 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.4 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.5 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| Rata-rata | | | | | | | | | | | | 0.9 |

Tabel 4.10 Tegangan *output* PORT D saat diberi logika 0

| | | PORT C | | | | | | | | | | |
|------|--------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|
| PORT | Logika | Percobaan (V) | | | | | | | | | | Rata-rata (V) |
| | <i>Input</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| C.0 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.1 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.2 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.3 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.4 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| C.5 | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| | | Rata-rata | | | | | | | | | | 0.9 |

Berdasarkan data pengujian pada tabel 4.5 didapatkan bahwa rata-rata tegangan yang dihasilkan dari PORT B, PORT C, dan PORT D saat diberi logika *high* adalah 4.82. Menurut *datasheet* Nilai ini masih dianggap tegangan untuk logika tinggi. Sedangkan saat diberi logika *low* PORT B, PORT C, dan PORT D menghasilkan tegangan sebesar 0.9V. Nilai ini juga masih dianggap sebagai tegangan untuk logika rendah.

4.4 Pengujian Rangkaian Relay

4.4.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui arus pada koil relay dan arus basis yang keluar saat rangkaian relay dicatu dan dibandingkan dengan perhitungan.

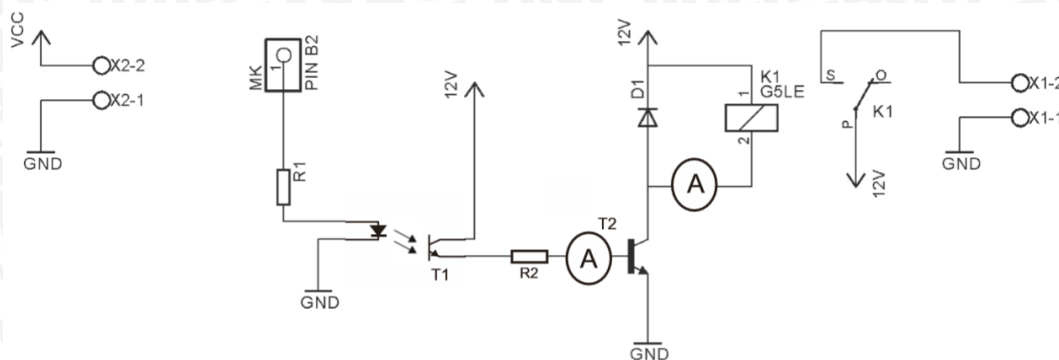
4.4.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian rangkaian relay adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian relay
2. Avometer
3. Catu daya 5V
4. Catu daya 12V

4.4.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengukur arus pada kaki koil relay dan kaki basis transistor menggunakan avometer yang dihubungkan secara seri. Rangkaian pengujian *driver* relay ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rangkaian pengujian *driver* relay

Prosedur pengujian *driver* relay adalah sebagai berikut:

1. Rangkai rangkaian pengujian relay seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.5
2. Hidupkan catu daya 12V untuk mencatu relay dan 5V untuk mencatu *optocoupler*.
3. Atur skala pada avometer
4. Nyalakan dan matikan catu daya bergantian

Amati dan catat arus yang mengalir setiap catu daya dinyalakan dan dimatikan

4.4.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Pengujian rangkaian relay menghasilkan data arus keluaran pada kaki basis transistor dan koil relay ditunjukkan dalam Tabel 4.9 dan Tabel 4.10.

Tabel 4.11 Pengujian arus basis transistor

| Arus basis transistor saat logika <i>low</i> | Arus basis transistor saat logika <i>high</i> |
|--|---|
| 0 mA | 3.2 mA |
| 0 mA | 3.2 mA |
| 0 mA | 3.1 mA |
| 0 mA | 3.1 mA |
| 0 mA | 3.2 mA |
| Rata-rata | 3.16 mA |

Tabel 4.12 Pengujian arus *coil* relay

| Arus <i>coil</i> relay saat logika <i>low</i> | Arus <i>coil</i> relay saat logika <i>high</i> |
|---|--|
| 0 mA | 29.3 mA |
| 0 mA | 29.2 mA |
| 0 mA | 29.3 mA |
| 0 mA | 29.3 mA |
| 0 mA | 29.2 mA |
| Rata-rata | 29.26 mA |

Dalam Tabel 4.9 menunjukkan arus basis saat logika *low* adalah 0 mA atau tidak ada arus, sedangkan saat logika *high* menunjukkan rata-rata arus yang mengalir pada kaki basis adalah sebesar 3.16 mA. Nilai ini mendekati nilai perhitungan sebesar 3 mA. Arus sebesar ini masih dapat ditoleransi oleh transistor agar dapat saturasi.

Dalam Tabel 4.4 menunjukkan arus koil relay saat logika *low* adalah 0 mA, sedangkan saat logika *high* menunjukkan rata-rata arus yang mengalir pada koil relay adalah sebesar 29,26 mA nilai ini mendekati nilai perhitungan sebesar 29.25 mA. Arus sebesar ini masih dapat ditoleransi oleh relay agar dapat aktif.

4.5 Pengujian Termoelektrik

4.5.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian termoelektrik adalah untuk mendapatkan lama waktu penaikan suhu termoelektrik yang cocok untuk sistem kompres. Waktu yang diukur adalah saat penaikan suhu 37°C mencapai 40°C. Lama waktu yang dicari adalah yang tidak terlalu cepat.

4.5.2 Alat yang Digunakan

1. Termoelektrik
2. *Power supply regulator*
3. Avometer

4.5.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mencatu termoelektrik dengan tegangan yang berbeda-beda antara 2V-4V. Kemudian mengukur arus yang mengalir pada tiap-tiap catu tegangan. Lalu mengamati seberapa cepat naiknya suhu termoelektrik dari suhu 37°C mencapai 40°C. Percobaan dilakukan sebanyak lima kali untuk tiap tegangan.

4.5.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Pengujian termoelektrik menghasilkan data arus dan waktu yang dibutuhkan termoelektrik untuk menghasilkan panas dari suhu 37°C mencapai suhu 40°C yang ditunjukkan dalam Tabel 4.11, Tabel 4.12, Tabel 4.13, Tabel 4.14, dan Tabel 4.15.

Tabel 4.13 Besar arus dan lama waktu pemanasan saat termoelektrik dicatu tegangan 2V

| Tegangan 2 V | | |
|--------------|----------|-----------|
| Percobaan | Arus (A) | Waktu (s) |
| 1 | 0.76 | 9.8 |
| 2 | 0.74 | 8.5 |
| 3 | 0.73 | 8.3 |
| 4 | 0.75 | 7.4 |
| 5 | 0.75 | 7.4 |
| Rata-rata | 0.74 | 8.28 |

Tabel 4.14 Besar arus dan lama waktu pemanasan saat termoelektrik dicatu tegangan 2.5V

| Tegangan 2.5 V | | |
|----------------|----------|-----------|
| Percobaan | Arus (A) | Waktu (s) |
| 1 | 0.98 | 7.6 |
| 2 | 0.95 | 7.4 |
| 3 | 0.98 | 6.1 |
| 4 | 0.92 | 6.2 |
| 5 | 0.97 | 6.1 |
| Rata-rata | 0.96 | 6.6 |

Tabel 4.15 Besar arus dan lama waktu pemanasan saat termoelektrik dicatu tegangan 3V

| Tegangan 3 V | | |
|--------------|----------|-----------|
| Percobaan | Arus (A) | Waktu (s) |
| 1 | 1.16 | 4.8 |
| 2 | 1.13 | 4.5 |
| 3 | 1.13 | 4.0 |
| 4 | 1.14 | 4.2 |
| 5 | 1.13 | 4.0 |
| Rata-rata | 1.13 | 4.3 |

Tabel 4.16 Besar arus dan lama waktu pemanasan saat termoelektrik dicatu tegangan 3.5V

| Tegangan 3.5 V | | |
|----------------|----------|-----------|
| Percobaan | Arus (A) | Waktu (s) |
| 1 | 1.27 | 3.2 |
| 2 | 1.27 | 3.2 |
| 3 | 1.23 | 3.1 |
| 4 | 1.24 | 2.5 |
| 5 | 1.25 | 2.3 |
| Rata-rata | 1.25 | 2.8 |

Tabel 4.17 Besar arus dan lama waktu pemanasan saat termoelektrik dicatu tegangan 4V

| Tegangan 4 V | | |
|--------------|----------|-----------|
| Percobaan | Arus (A) | Waktu (s) |
| 1 | 1.66 | 2.1 |
| 2 | 1.65 | 2.1 |
| 3 | 1.64 | 1.8 |
| 4 | 1.64 | 1.6 |
| 5 | 1.65 | 1.6 |
| Rata-rata | 1.64 | 1.8 |

Berdasarkan data yang terdapat dalam Tabel 4.11, Tabel 4.12, Tabel 4.13, Tabel 4.14, dan Tabel 4.15 didapatkan bahwa rata-rata arus terkecil terdapat saat termoelektrik dicatu dengan tegangan 2V dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan termoelektrik untuk mencapai suhu 40°C dari suhu 37°C adalah sebesar 8.28s. Sedangkan rata-rata arus terbesar terdapat pada saat termoelektrik dicatu dengan tegangan 4V dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan termoelektrik untuk mencapai suhu 40°C dari suhu 37°C adalah sebesar 1.8s.

Sistem pada kompres membutuhkan pemanas yang responnya lambat terhadap waktu. Sehingga berdasarkan hasil percobaan dalam Tabel 4.11 dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan yang dapat digunakan untuk mencatu termoelektrik adalah sebesar 2V.

4.6 Pengujian Buzzer

4.6.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian *buzzer* ini adalah untuk mengetahui apakah *buzzer* dapat berfungsi dengan baik dan mengetahui berapa besar arus yang mengalir saat diberi logika 1 dan 0 oleh mikrokontroler.

4.6.2 Alat yang Digunakan

1. *Buzzer*
2. Modul Arduino Uno dengan IC Mikrokontroler ATmega328p
3. Avometer

4.6.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan kaki positif *buzzer* ke PORT B3 mikrokontroler dan kaki negatif ke *ground* mikrokontroler. Kemudian memberi logika 1 dan 0 secara bergantian kemudian mengamati arus yang mengalir.

4.6.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Tabel 4.18 Hasil pengujian *buzzer*

| Logika | I_{in} <i>buzzer</i> (mA) | Status <i>buzzer</i> |
|--------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | 19.02 | Bunyi |
| 0 | 0 | Diam |

Berdasarkan hasil percobaan dalam Tabel 4.16 didapatkan bahwa pada saat *buzzer* diberi logika 1, arus yang mengalir adalah sebesar 19.02mA. Berdasarkan *datasheet*, nilai ini masih bisa ditolerir karena I_{\max} *buzzer* adalah sebesar 40mA. Sedangkan saat *buzzer* diberi logika 0, tidak ada arus yang mengalir dan *buzzer* dalam keadaan diam.

4.7 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

4.7.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menganalisis kinerja kompres setelah setiap bagian penyusun sistem telah dihubungkan menjadi satu kesatuan. Parameter yang akan diamati dalam pengujian ini adalah respon pemanas dan *buzzer* kompres terhadap perubahan suhu plastik yang diisi air hangat.

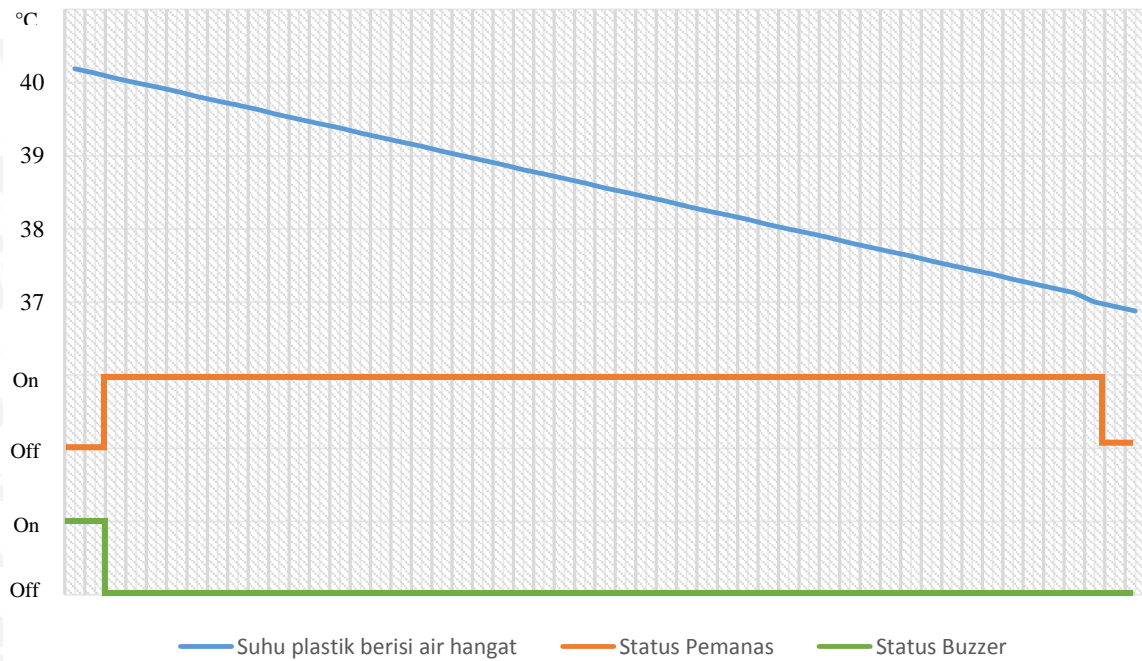
4.7.2 Alat yang Digunakan

1. Plastik berisi air hangat
2. Rangkaian elektrik sistem kompres

4.7.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan plastik yang berisi air hangat yang dianggap sebagai tubuh pasien penderita demam. Suhu plastik yang berisi air hangat dikondisikan memiliki suhu di atas 40°C. Kemudian sensor dijepit diantara lipatan plastik. Seiring berjalannya waktu, maka suhu plastik yang berisi air hangat akan turun. Kemudian akan dipantau bagaimana respon pemanas dan *buzzer* kompres terhadap perubahan suhu plastik tersebut.

4.7.4 Hasil Pengujian dan Analisis



Gambar 4.6 Pengujian respon pemanas kompres dan *buzzer* terhadap suhu yang dideteksi pada plastik berisi air hangat

Berdasarkan data yang terdapat dalam Gambar 4.6 didapatkan hasil respon pemanas dan *buzzer* terhadap suhu yang dideteksi pada plastik berisi air hangat. Dimana pada saat kompres mendeteksi suhu plastik di atas 40°C, pemanas tetap dalam keadaan *off* namun saat kompres mendeteksi suhu 40°C pemanas *on*. Pemanas tetap dalam keadaan *on* sampai pada suhu 37°C, namun pada saat kompres mendeteksi suhu di bawah 37°C, pemanas berubah menjadi *off*. Begitu juga dengan *buzzer*, pada saat suhu plastik berisi air hangat di atas 40°C, *buzzer* dalam keadaan *on*. Sedangkan saat suhu di bawah 40°C *buzzer* dalam keadaan *off*.

Hasil pengujian yang terdapat dalam Gambar 4.6 sesuai dengan diagram alir sistem kerja kompres, dimana pemanas akan aktif selama sensor suhu badan mendeteksi suhu 37°C - 40°C dan *buzzer* akan *on* ketika sensor suhu mendeteksi suhu di atas 40°C.

Tabel 4.19 Pengujian lama waktu penaikan suhu dan penurunan suhu pemanas

| No | Waktu (s) | |
|------------------|---------------|----------------|
| | Penaikan suhu | Penurunan Suhu |
| 1 | 32.5s | 9.1s |
| 2 | 9.8s | 10.2s |
| 3 | 9.1s | 12.4s |
| 4 | 6.9s | 13.5s |
| 5 | 7.8s | 15.9s |
| 6 | 6.5s | 17.1s |
| 7 | 6.6s | 18.1s |
| 8 | 6.8s | 18.8s |
| 9 | 7.2s | 19.2s |
| 10 | 9.4s | 20.4s |
| 11 | 6.9s | 21.5s |
| 12 | 6.6s | 21s |
| 13 | 7.5s | 22.1s |
| 14 | 6.7s | 21.8s |
| 15 | 7.5s | 22.1s |
| 16 | 8.1s | 21.5s |
| 17 | 7.8s | 22.5s |
| 18 | 7.7s | 22.2s |
| 19 | 7.9s | 22.8s |
| 20 | 7.2s | 23.3s |
| 21 | 8.2s | 21.7s |
| 22 | 7.2s | 24.1s |
| 23 | 6.7s | - |
| Rata-rata | 8.63s | 18.14s |

Berdasarkan data yang terdapat dalam Tabel 4.17, didapatkan hasil berupa lama waktu penaikan suhu dan penurunan suhu pemanas. Pada saat pertama kali terjadi penaikan suhu, dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk pemanas mencapai suhu 40°C dari suhu 37°C yaitu 32.5s. Hal ini disebabkan oleh kondisi pemanas yang masih bersuhu kamar saat pertama kali dicatu tegangan. Namun hal yang berbeda terjadi saat penaikan suhu pada

pemanas yang kedua kali dan seterusnya. Waktu yang dibutuhkan pemanas untuk mencapai suhu 40°C menjadi konstan yaitu jika dirata-rata menjadi 8.63s. Nilai ini tidak jauh berbeda dengan hasil pengujian termoelektrik yang terdapat dalam Tabel 4.11 saat termoelektrik dicatu dengan tegangan 2V yaitu sebesar 8.28s.

Sedangkan rata-rata waktu penurunan suhu pada pemanas adalah sebesar 18.14s. Dengan demikian nilai dari rata-rata lamanya waktu penaikan suhu dan penurunan suhu pemanas cocok digunakan pada sistem kompres.

